



(11) Numéro de publication : **0 533 551 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92402520.8**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **H01L 21/265, H01L 21/76**

(22) Date de dépôt : **15.09.92**

(30) Priorité : **18.09.91 FR 9111491**

(43) Date de publication de la demande :  
**24.03.93 Bulletin 93/12**

(84) Etats contractants désignés :  
**BE DE FR GB IT NL**

(71) Demandeur : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE**  
**31-33, rue de la Fédération**  
**F-75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur : **Bruel, Michel**  
**Presvert No 9**  
**F-38113 Veurey (FR)**

(74) Mandataire : **Mongrédién, André et al**  
**c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu**  
**F-75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé de fabrication de films minces de matériau semiconducteur.**

(57) Procédé de préparation de films minces de matériau semiconducteur mono ou polycristallin caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre une plaquette d'un matériau semiconducteur comportant une face plane aux trois étapes suivantes :

— une première étape d'implantation par bombardement (2) de la face (4) de la dite plaquette (1) au moyen d'ions créant dans le volume de la dite plaquette une couche (3) de microbulles gazeuses délimitant dans le volume de la dite plaquette une région inférieure (6) constituant la masse du substrat et une région supérieure (5) constituant le film mince,

— une deuxième étape de mise en contact intime de la face plane (4) de la dite plaquette avec un raidisseur (7) constitué d'au moins une couche de matériau rigide ;

— une troisième étape de traitement thermique de l'ensemble de la dite plaquette (1) et du dit raidisseur (7) à une température supérieure à la température à laquelle est réalisé le bombardement (2) ionique et suffisante pour créer par effet de réarrangement cristallin dans la dite plaquette (1) et de pression dans les microbulles une séparation entre le film mince (5) et la masse du substrat (6).



FIG. 2

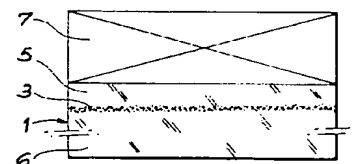


FIG. 3

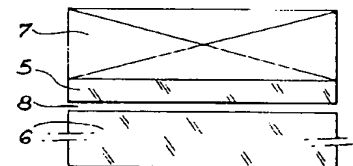


FIG. 4

EP 0 533 551 A1

La présente invention concerne un procédé de fabrication de films minces de matériau semiconducteur, préférentiellement applicable à la réalisation de films monocristallins.

On sait que pour réaliser des films minces monocristallins de semiconducteurs il existe plusieurs méthodes et procédés dont la mise en oeuvre est souvent complexe et coûteuse car s'il est relativement aisé de réaliser des films de matériau polycristallin ou amorphe, il est beaucoup plus difficile de réaliser des films monocristallins.

On peut citer comme méthodes de réalisation de films monocristallins certaines des méthodes utilisées pour la fabrication des substrats dits "Silicium sur Isolant", où le but recherché est de fabriquer un film de silicium monocristallin reposant sur un substrat isolé électriquement du film.

Les méthodes d'hétéroépitaxie permettent par croissance cristalline de faire croître un cristal par exemple en silicium en film mince sur un substrat monocristallin d'une autre nature dont le paramètre de maille est voisin de celui du silicium, par exemple : substrat de saphir ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ou de fluorure de calcium ( $\text{CaF}_2$ ). (Voir réf. 5).

Le procédé dit "SIMOX" (nom couramment utilisé dans la littérature) utilise l'implantation ionique à forte dose d'oxygène dans un substrat de silicium pour créer dans le volume du silicium une couche d'oxyde de silicium séparant un film mince de silicium monocristallin de la masse de substrat. (Voir réf. 1).

D'autres procédés utilisent le principe de l'amincissement d'une plaquette par abrasion mécano-chimique ou chimique ; les procédés de cette catégorie les plus performants utilisent en outre le principe de la barrière d'arrêt à la gravure (etch-stop en termes anglo-saxon) qui permet d'arrêter l'amincissement de la plaquette dès que l'épaisseur requise est atteinte et donc de garantir une homogénéité d'épaisseur. Cette technique consiste par exemple à doper de type p le substrat de type n sur l'épaisseur du film que l'on désire obtenir et à attaquer chimiquement le substrat avec un bain chimique actif pour le silicium de type n et inactif par le silicium de type p. (Voir réf. 2, 3)

Les principales applications des films minces monocristallins de semiconducteur sont les substrats Silicium sur Isolant, les membranes autoporteuses de silicium ou de carbure de silicium pour réaliser des masques pour lithographie par rayons X, les capteurs, les cellules solaires, la fabrication de circuits intégrés à plusieurs couches actives.

Les diverses méthodes de réalisation des films minces monocristallins présentent des inconvénients liés aux techniques de fabrication.

Les méthodes d'hétéroépitaxie sont limitées par la nature du substrat ; le paramètre de maille du substrat n'étant pas strictement exact à celui du semiconducteur, le film mince comporte beaucoup de défauts cristallins. En outre ces substrats sont chers et fragiles et n'existent qu'en dimension limitée.

La méthode SIMOX requiert une implantation ionique à très forte dose ce qui nécessite une machine d'implantation très lourde et complexe ; le débit de ces machines est faible et il est difficilement envisageable de l'augmenter dans des proportions notables.

Les méthodes d'amincissement ne sont compétitives du point de vue de l'homogénéité et de la qualité que si elles utilisent le principe de la barrière d'arrêt à la gravure. Malheureusement, la création de cette barrière d'arrêt rend le procédé complexe et peut limiter dans certains cas l'utilisation du film ; en effet si l'arrêt de la gravure est réalisé par dopage de type p dans un substrat de type n, la réalisation éventuelle de dispositifs électroniques dans le film devra s'accommoder de la nature de type p du film.

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de films minces de matériaux semiconducteurs qui permet de s'affranchir des inconvénients précédents sans nécessiter de substrat initial de nature différente de celle du semiconducteur choisi, ni de très fortes doses d'implantation, ni de barrière d'arrêt à la gravure, mais qui permet néanmoins l'obtention d'un film d'épaisseur homogène et contrôlée.

Ce procédé de préparation de films minces se caractérise en ce qu'il consiste à soumettre une plaquette d'un matériau semiconducteur comportant une face plane dont le plan est, soit sensiblement parallèle à un plan cristallographique principal dans le cas où le matériau du semiconducteur est parfaitement monocristallin, soit faiblement incliné par rapport à un plan cristallographique principale mêmes indices pour tous les grains, dans le cas où le matériau est polycristallin, aux trois étapes suivantes :

- une première étape d'implantation par bombardement (2) de la face (4) de la dite plaquette (1) au moyen d'ions créant dans le volume de la dite plaquette à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétrations des dits ions, une couche (3) de microbulles gazeuses délimitant dans le volume de la dite plaquette une région inférieure (6) constituant la masse du substrat et une région supérieure (5) constituant le film mince, les ions étant choisis parmi les ions de gaz rares ou de gaz hydrogène et la température de la plaquette pendant l'implantation étant maintenue au-dessous de la température à laquelle le gaz engendré par les ions implantés peut s'échapper du semiconducteur par diffusion ;
- une deuxième étape de mise en contact intime de la face plane (4) de la dite plaquette avec un raidisseur (7) constitué d'au moins une couche de matériau rigide ;
- une troisième étape de traitement thermique de l'ensemble de la dite plaquette (1) et du dit raidisseur

(7) à une température supérieure à la température à laquelle est réalisé le bombardement (2) ionique et suffisante pour créer par effet de réarrangement cristallin dans la dite plaquette (1) et de pression dans les microbulles une séparation entre le film mince (5) et la masse du substrat (6), le raidisseur et la face plane de la plaquette étant maintenus en contact intime au cours de cette étape.

5 L'invention s'applique donc aussi à un matériau semiconducteur polycristallin à condition que les grains constituant ce dernier présentent tous un plan cristallographique principal, (ce plan ayant les mêmes indices par exemple (1,0,0) pour tous les grains du semiconducteur) sensiblement parallèle à la surface du semiconducteur. On peut citer par exemple pour ces matériaux semiconducteur le ZMR SOI (ZMR = Zone-Melting-Recrystallization) (voir réf. 4). On entend par étape d'implantation aussi bien une étape unique d'implantation  
10 qu'une succession d'implantations à des doses et/ou à des énergies et/ou avec des ions qui peuvent être différents.

Selon une variante de mise en oeuvre du procédé, objet de l'invention, il peut être avantageux de réaliser l'implantation des ions dans un matériau semiconducteur à travers une ou plusieurs couches de matériaux, ces couches "encapsulantes" étant choisies de façon à ce que les ions la traversent et pénètrent dans le semiconducteur. A titre d'exemple, ces couches encapsulantes peuvent être utilisées comme moyen de réduire  
15 la pénétration des ions dans le semiconducteur pour fabriquer des membranes plus fines ou comme moyen de protéger le semiconducteur de contaminations éventuelles ou encore comme moyen de contrôle de l'état physico-chimique de la surface du semiconducteur. Lorsque le substrat constituant la plaquette est du silicium, il peut être avantageux de choisir une couche encapsulante constituée d'oxyde de silicium thermique d'épaisseur par exemple comprise entre 25 et 500 nm. Ces couches encapsulantes peuvent être conservées ou enlevées après l'étape d'implantation.

Conformément à l'invention, la température de la plaquette sur laquelle on fait l'implantation d'ions est contrôlée durant l'opération de façon à ce qu'elle reste en dessous de la température critique à laquelle le gaz engendré par l'ion implanté diffuse rapidement et s'échappe du semiconducteur. A titre d'exemple, cette température critique est d'environ 500°C pour une implantation d'hydrogène dans du silicium. Au-dessus de cette  
25 température précédente, le procédé devient inefficace en raison de l'absence de formation de microbulles. Pour le silicium on choisira préférentiellement une température d'implantation comprise entre 20°C et 450°C.

Lors de la troisième étape du traitement thermique de l'ensemble de la plaquette et de son raidisseur, se produit un réarrangement cristallin après le désordre créé par l'implantation ionique elle-même. La séparation  
30 entre le film et le substrat est due à la fois au réarrangement cristallin et à la coalescence des bulles qui engendrent des macrobulles tous deux engendrés par le traitement thermique de la 3<sup>è</sup> étape. Sous l'effet de la pression du gaz à l'intérieur de ces bulles, la surface du semiconducteur est soumise à des tensions importantes. Si l'on veut éviter une déformation de la surface et la formation de cloques (blisters en terminologie anglo-saxonne) correspondant aux macrobulles formées, il faut impérativement compenser ces tensions. En effet, les cloques précédentes peuvent éclater avant que les macrobulles n'aient atteint leur pleine croissance  
35 et qu'elles aient coalescé entre elles. C'est la raison pour laquelle si l'on veut recueillir un film continu de semiconducteur, il est nécessaire de compenser les contraintes qui apparaissent pendant la phase du traitement thermique. Conformément à l'invention, cette compensation intervient par mise en contact intime de la surface de la plaquette de semiconducteur avec un raidisseur. Le rôle de ce raidisseur est de par son contact avec la  
40 surface et ses propriétés mécaniques de compenser l'effet des tensions engendrées par les macrobulles. Le film de semiconducteur peut ainsi rester plan et intact pendant toute la phase du traitement thermique jusqu'au clivage final.

Selon l'invention, le choix de la méthode de fabrication de ce raidisseur et de sa nature sont faites en fonction de chaque application visée pour le film mince. Par exemple, si l'application visée est la réalisation d'un substrat de silicium sur isolant, le raidisseur peut être constitué avantageusement d'une plaquette de silicium recouverte d'au moins une couche diélectrique telle qu'une couche de nitrure ou une couche d'oxyde, le diélectrique du raidisseur étant mis en contact intime avec la plaquette à partir de laquelle on veut réaliser le film,  
45 la plaquette comportant ou non une couche encapsulante par exemple de l'oxyde de silicium.

Le raidisseur peut être soit rapporté sur la plaquette, soit réalisé sur la plaquette de semiconducteur à l'aide de techniques telles que l'évaporation, la pulvérisation, le dépôt chimique en phase vapeur, assisté ou non par plasma ou par photons, dès lors que l'épaisseur choisie pour le raidisseur est modérée, c'est-à-dire de l'ordre de quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres.

On entend par contact intime une contact obtenu par pression du raidisseur sur la plaquette par exemple par une pression de type électrostatique et/ou par un contact de type adhérent.

55 Ainsi, conformément à l'invention, ce même raidisseur peut être aussi bien collé à la plaquette de semiconducteur soit par une substance adhésive à la fois au raidisseur et à la plaquette soit, si l'on ne souhaite pas l'utilisation de substance adhésive, par l'effet d'une préparation préalable d'au moins une des surfaces à coller et d'un traitement thermique et/ou électrostatique assorti éventuellement d'un choix de pressions pour

favoriser les liaisons interatomiques entre le raidisseur et la plaquette de semiconducteur. L'application du raidisseur sur la plaquette peut aussi être réalisée à l'aide d'une pression électrostatique.

Pour les applications concernant la fabrication de membranes autoporteuses, il est judicieux de choisir la nature du raidisseur telle que l'on puisse facilement et sélectivement séparer le raidisseur du film. A titre indicatif, pour réaliser une membrane de silicium monocristallin on peut par exemple choisir un raidisseur en oxyde de silicium que l'on élimine ensuite dans un bain d'acide fluorhydrique après la troisième étape thermique du procédé.

Selon une caractéristique du procédé objet de l'invention, le choix des températures de déroulement des deuxième et troisième étapes doit répondre aux impératifs suivants. La réalisation de la mise en place du raidisseur sur la plaquette ne doivent pas faire subir à celles-ci une température qui serait de nature à déclencher les processus de la troisième étape. Pour cette raison il est donc nécessaire, suivant l'invention, de réaliser la deuxième étape du procédé à une température inférieure à celle du traitement thermique de la troisième étape. Ce dernier traitement thermique doit être réalisé, conformément à l'invention à une température à laquelle le réarrangement cristallin et la coalescence des bulles peuvent effectivement avoir lieu. A titre d'exemple, dans le cas du silicium, une température supérieure à 500°C environ est nécessaire pour que le réarrangement cristallin et la coalescence des bulles puissent avoir lieu avec une cinétique suffisante.

Dans la mise en oeuvre du procédé, objet de l'invention, les ions utilisés pour l'implantation par bombardement sont le plus souvent des ions  $H^+$  mais ce choix ne doit pas cependant être considéré comme limitatif. En effet, le principe de la méthode est applicable avec des ions moléculaires d'hydrogène ou avec des ions de gaz rares tels que, hélium, néon, krypton et xénon, utilisés isolément ou en combinaison. Pour les applications industrielles du procédé, objet de l'invention, les semiconducteurs du groupe IV sont indiqués de façon préférentielle et l'on peut recourir par exemple au silicium, au germanium, au carbure de silicium ainsi qu'aux alliages silicium/germanium.

De toute façon l'invention sera mieux comprise en se référant à la description qui suit d'un exemple de mise en oeuvre qui sera décrit à titre illustratif et non limitatif en se référant aux figures 1 à 4 suivantes sur lesquelles :

- la figure 1 montre le profil de concentration des ions hydrogènes en fonction de la profondeur de pénétration ;
- la figure 2 montre la plaquette de semiconducteur monocristallin utilisé dans l'invention comme origine du film mince monocristallin, en coupe, soumis à un bombardement d'ions  $H^+$ , et à l'intérieur duquel est apparue une couche de microbulles de gaz engendrée par les particules implantées ;
- la figure 3 représente la plaquette de semiconducteur décrite par la figure 2 recouverte d'un raidisseur ;
- la figure 4 représente l'ensemble de la plaquette de semiconducteur et du raidisseur décrit sur la figure 3 à la fin de la phase de traitement thermique quand le clivage entre le film et la masse du substrat a eu lieu.

L'exemple qui sera décrit maintenant en se référant aux figures précédentes concerne la fabrication d'un film mince dans une plaquette de silicium monocristallin à l'aide d'implantations d'ions  $H^+$ .

L'implantation d'ions  $H^+$  (protons) à 150 keV dans une plaquette de silicium monocristallin dont la surface correspond à un plan cristallographique principal par exemple, un plan (1,0,0) se traduit pour les faibles doses d'implantation ( $<10^{16}cm^{-2}$ ) par un profil de concentration C en hydrogène en fonction de la profondeur P, présentant un maximum de concentration pour une profondeur  $R_p$ , tel que représenté figure 1. Dans le cas d'une implantation de protons dans du silicium,  $R_p$  vaut environ 1,25 micromètres.

Pour les doses de l'ordre de  $10^{16}cm^{-2}$  les atomes d'hydrogène implantés commencent à former des bulles, qui se répartissent au voisinage d'un plan parallèle à la surface. Le plan de la surface correspond à un plan cristallographique principal et il en est donc de même pour le plan des microbulles qui est donc par conséquent un plan de clivage.

Pour une dose implantée de  $>10^{16}cm^{-2}$  (par exemple de  $5.10^{16}cm^{-2}$ , on peut déclencher thermiquement la coalescence entre les bulles induisant un clivage du silicium en deux parties, une couche supérieure de 1,2 micromètre d'épaisseur (le film mince) et la masse du substrat.

L'implantation d'hydrogène est un exemple avantageux car le processus de freinage de cet ion dans le silicium est essentiellement de l'ionisation (freinage électronique), le freinage de type nucléaire avec déplacements atomiques n'intervenant que sur la fin du parcours. C'est pourquoi on crée très peu de défauts dans la couche superficielle du silicium et que les bulles se concentrent au voisinage de la profondeur  $R_p$  (profondeur du maximum de concentration) sur une épaisseur faible. Ceci permet d'obtenir l'efficacité de la méthode pour des doses implantées moyennes ( $5.10^{16}cm^{-2}$ ), d'obtenir après séparation de la couche superficielle une surface de faible rugosité.

L'utilisation du procédé de l'invention permet en outre de choisir l'épaisseur du film mince dans une large gamme d'épaisseur en choisissant l'énergie d'implantation. Cette propriété est d'autant plus vraie que l'ion im-

planté présente un numéro atomique  $z$  faible. A titre d'exemple, on donne sur le tableau suivant l'épaisseur du film que l'on peut obtenir pour diverses énergies d'implantation des ions  $H^+$  ( $z=1$ ).

Energie des ions $H^+$ en keV	10	50	100	150	200	500	1000
Epaisseur du film en $\mu m$	0,1	0,5	0,9	1,2	1,6	4,7	13,5

Sur la figure 2 on voit la plaquette de semiconducteur 1 recouverte éventuellement d'une couche encapsulante 10 soumise à un bombardement ionique 2 d'ions  $H^+$  à travers la face plane 4 qui est parallèle à un plan cristallographique principal ; on voit la couche 3 de microbulles parallèle à la face 4. La couche 3 et la face 4 délimitent le film mince 5. Le reste 6 du substrat semiconducteur constitue la masse du substrat.

Sur la figure 3 on voit le raidisseur 7 qui a été mis en contact intime avec la face 4 de la plaquette 1 de semiconducteur. Dans un exemple de mise en oeuvre intéressant de l'invention, l'implantation d'ions dans le matériau est réalisée à travers une couche encapsulante (10) d'oxyde de silicium thermique et le raidisseur (7) est constitué d'une plaquette de silicium recouverte d'au moins une couche diélectrique.

Un autre exemple de mise en oeuvre utilise une pression électrostatique pour fixer le raidisseur sur le matériau semiconducteur. Dans cet exemple, on choisit un raidisseur en silicium comportant une couche d'oxyde de silicium de 5000 Å d'épaisseur par exemple. On met la face plane de la plaquette en contact avec l'oxyde du raidisseur et l'on applique entre la plaquette et le raidisseur une différence de potentiel de quelques dizaines de volts. Les pressions obtenues sont alors de l'ordre de quelques  $10^5$  à  $10^6$  Pascal.

Sur la figure 4 on voit le film 5 solidaire du raidisseur 7 séparé par l'espace 8 de la masse du substrat 6. Les références indiquées dans le présent texte sont les suivantes :

- (1) SIMOX SOI for Integrated Circuit Fabrication par Hon Wai Lam, IEEE Circuits and Devices Magazine, Juillet 1987.
- (2) Silicon on Insulator Wafer Bonding Wafer Thinning Technological Evaluations par Haisma, Spierings, Biermann et Pals, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 28, n° 8, Août 1989.
- (3) Bonding of silicon wafers for silicon on insulator, par Maszara, Goetz, Caviglia et McKitterick, Journal of Applied Physics 64 (10) 15 Nov. 1988.
- (4) Zone melting recrystallization silicon on insulator technology par Bor Yeu Tsaur, IEEE Circuits and Devices Magazine, Juillet 1987.
- (5) 1986 IEEE SOS/SOI Technology Workshop, Sept. 30-Oct. 2, 1986, South seas plantation resort and yacht Harbour, Captiva Island, Floride.

## Revendications

1. Procédé de préparation de films minces de matériau semiconducteur caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre une plaquette d'un matériau semiconducteur comportant une face plane dont le plan est soit sensiblement parallèle à un plan cristallographique principal dans le cas où le matériau du semiconducteur est parfaitement monocristallin, soit faiblement incliné par rapport à un plan cristallographique de mêmes indices pour tous les grains, dans le cas où le matériau est polycristallin, aux trois étapes suivantes :
  - une première étape d'implantation par bombardement (2) de la face (4) de la dite plaquette (1) au moyen d'ions créant dans le volume de la dite plaquette à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétrations des dits ions, une couche (3) de microbulles gazeuses délimitant dans le volume de la dite plaquette une région inférieure (6) constituant la masse du substrat et une région supérieure (5) constituant le film mince, les ions étant choisis parmi les ions de gaz rares ou de gaz hydrogène et la température de la plaquette pendant l'implantation étant maintenue au-dessous de la température à laquelle le gaz engendré par les ions implantés peut s'échapper du semiconducteur par diffusion ;
  - une deuxième étape de mise en contact intime de la face plane (4) de la dite plaquette avec un raidisseur (7) constitué d'au moins une couche de matériau rigide ;
  - une troisième étape de traitement thermique de l'ensemble de la dite plaquette (1) et du dit raidisseur (7) à une température supérieure à la température à laquelle est réalisé le bombardement (2) ionique et suffisante pour créer par effet de réarrangement cristallin dans la dite plaquette (1) et de pression dans les microbulles une séparation entre le film mince (5) et la masse du substrat (6) le raidisseur et la face plane de la plaquette étant maintenues en contact intime au cours de cette étape.
2. Procédé de préparation de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'implan-

tation des ions dans le matériau semiconducteur est effectué à travers une ou plusieurs couches de matériaux de nature et d'épaisseur telles qu'ils puissent être traversés par les ions.

3. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que le semiconducteur  
5 est un semiconducteur à liaisons covalentes du groupe IV.
4. Procédé de fabrication de films minces selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en  
ce que le semiconducteur est le silicium, l'ion implanté est un ion de gaz hydrogène, la température d'im-  
plantation est comprise entre 20°C et 450°C et la température de la troisième étape de traitement ther-  
mique est supérieure à 500°C.  
10
5. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'implantation est  
réalisée à travers une couche encapsulante d'oxyde de silicium thermique et que le raidisseur est une  
plaquette de silicium recouverte d'au moins une couche d'oxyde de silicium.
- 15 6. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième étape  
de mise en contact intime de la face plane (4) de ladite plaquette avec un raidisseur (7) est réalisée par  
application d'une pression électrostatique.
- 20 7. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que le raidisseur est  
déposé par l'une ou plusieurs des techniques comprises dans le groupe : évaporation, dépôt chimique  
en phase vapeur avec ou sans assistance plasma ou assistance photonique, pulvérisation.
8. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que le raidisseur est  
collé à la dite plaquette au moyen d'une substance adhésive.  
25
9. Procédé de fabrication de films minces selon la revendication 1, caractérisé en ce que le raidisseur est  
rendu adhérent à la plaquette par un traitement favorisant les liaisons interatomiques.  
30

30

35

40

45

50

55

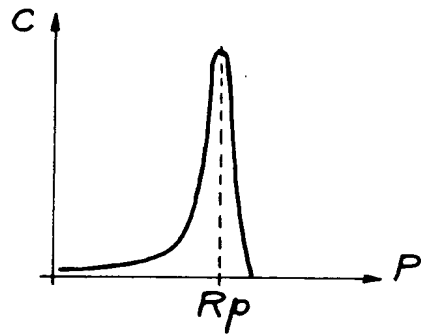


FIG. 1

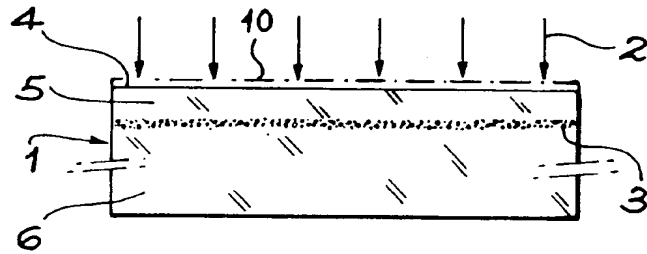


FIG. 2

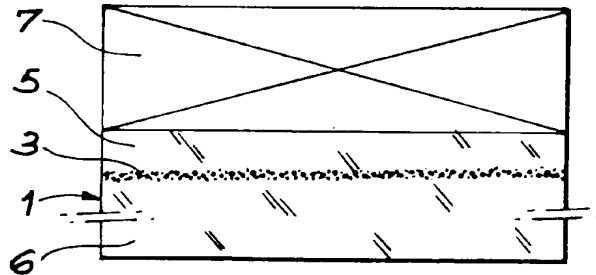


FIG. 3

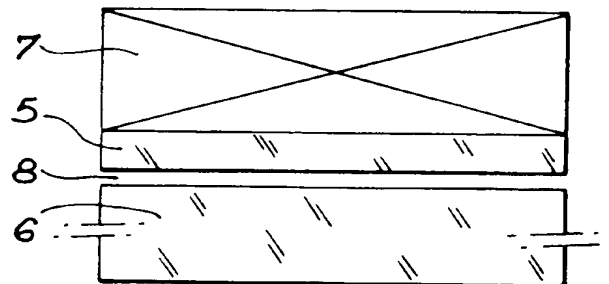


FIG. 4

Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2520

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 211 991 (U.K. ATOMIC ENERGY AUTHORITY) * page 1, alinéa 2 - page 4, alinéa 5; revendications 1,2,4-12; figures A,8 *	1,3-5	H01L21/265 H01L21/76
A	APPLIED PHYSICS LETTERS. vol. 55, no. 21, 20 Novembre 1989, NEW YORK US pages 2223 - 2224 J. LI 'novel semiconductor substrate formed by hydrogen ion implantation into silicon.' * le document en entier *	1,3,4	
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN. vol. 29, no. 3, Août 1986, NEW YORK US page 1416 'isolation by inert ion implantation' * le document en entier *	1	
A	US-A-5 034 343 (HARRIS CORP.) * revendication 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  H01L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 OCTOBRE 1992	Examinateur VANCRAEYNST F.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 150 (04/81) (P042)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**